

О.І. КОТУЗА, заст. нач. ХТЦ НВЦ «Техдіагаз» ДК «Укртрансгаз»
(м. Харків)

Н.А. ТЕРТИШНА, студентка НТУ "ХПІ" (м. Харків)

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТИ ГАЗУ В СИСТЕМІ ГАЗОВИМІРЮВАНЬ УКРАЇНИ ТА РОСІЇ

Проведен сравнительный анализ алгоритмов расчетов затраты природного газа: РД 50-213-80 и ГОСТ 8.586.1-5.2005 с помощью реальной информации, полученной в течение 2009г. от автоматических вычислителей. Приведены отличия настоящих нормативных документов.

The comparative analysis of algorithms for calculations of expense of natural gas is conducted in: РД 50-213-80 and ГОСТ 8.586.1-5.2005 using real data obtained during 2009 from the automatic calculators. The differences between these normative documents are given.

В галузі вимірювання витрати природного газу стандартними звужуючими пристроями до сих пір діяв нормативний документ колишнього СРСР – РД-50-213-80 від 1980 року. На сьогоднішній день він з багатьох причин не відповідає сучасним вимогам практики.

Покращити ситуацію може впровадження розробленого Національним університетом «Львівська політехніка» разом з Укрметртестстандартом України, з українського боку, та УМЦ «Газметрологія», з російського боку, міждержавного нормативного документу – комплексу стандартів ГОСТ 8.586.(1-5)-2005. Розроблений документ базується на новому міжнародному стандарті ISO 5167-2003, який набув чинності з 1 січня 2008 року.

Постановка задачі. У зв'язку з тим, що виникають суперечності з приводу використанні на прикордонних газовимірювальних станціях прийнятого алгоритму розрахунку об'ємної витрати газу, а також через те, що надходять пропозиції про зміну нормативних документів, що регламентують вимір витрати і кількості природного газу, має сенс, використовуючи ретроспективні дані, підвести підсумки прийняття єдиного алгоритму розрахунку газу, тобто провести аналіз різних алгоритмів визначення об'ємної витрати газу і визначити можливі наслідки використання тих чи інших алгоритмів розрахунку для системи газовимірювань України.

Таким чином, метою даної роботи є порівняльний аналіз алгоритмів розрахунку витрати природного газу за: РД 50-213-80 [1] та ГОСТ 8.586.(1-5)-2005 [2].

Відмінності нормативних документів. Основні особливості комплексу міждержавних стандартів ГОСТ 8.586.(1-5)-2005 та його відмінності від нормативного документу РД 50-213-80 [3]:

1) Змінена номенклатура звужуючих обладнань: замість діафрагми з радіальним відбором тиску введена діафрагма із трьохрадіусним відбором тиску, уведене еліпсне сопло.

2) Зміщені в меншу сторону діапазони значень, що допускаються, відносного діаметра отвору або горловини звужуючого пристрою.

3) Уведені нові формули для розрахунків коефіцієнтів витікання для діафрагм – замість рівнянь Штольца введені рівняння *Reader-Harris/Gallager*. Наведено аналіз значень коефіцієнтів витікання, обчислених по цих рівняннях.

4) Уведені нові формули для розрахунків коефіцієнтів розширення газоподібного середовища на звужуючим пристрої для діафрагм.

5) Установлені нові значення невизначеностей коефіцієнтів витікання та розширення.

6) Уведені нові вимоги до області застосування діафрагм по числу Рейнольдса і шорсткості внутрішньої поверхні вимірювальних трубопроводів.

7) Установлені нові вимоги до довжин прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів для звужуючих пристроїв.

8) Установлені нові вимоги до конструкції струєвипрямочив, до їх випробувань та монтажу.

9) Наведені нові вимоги до ексцентриситету установки діафрагм, до прямокутності вхідної крайки діафрагми, прямолінійності вимірювальної ділянки та уступам.

Методика проведення порівняльного аналізу. Для аналізу необхідно порівняти вищезгадані алгоритми визначення витрати природного газу. Проведення порівняльного аналізу методом зрівняння вихідних формул цих алгоритмів важке через громіздкість аналізу і слабку наочність отриманих результатів. Так, об'ємну витрату середовища при робочих умовах, як для РД та ГОСТ розраховують за формулою [2]:

$$q_v = 0,25\pi d_{20}^2 K_{cy}^2 CEK_{ш} K_n \varepsilon \left(2\Delta \frac{\rho_c TK}{p_c p T_c} \right)^{0,5}, \quad (1)$$

де d_{20} – діаметр отвору звужуючого пристрою при температурі 20 °С, K_{cy} – коефіцієнт, що враховує зміну діаметра отвору звужуючого пристрою, викликане відхиленням температури середовища від 20 °С, C – коефіцієнт витікання, E – коефіцієнт швидкості входу, K – коефіцієнт стискальності газу, $K_{ш}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу, K_n – поправочний коефіцієнт, що враховує притуплення вхідної кромки діафрагми, ε – коефіцієнт розширення, ρ_c – густина середовища, наведена до стандартних умов, p – тиск середовища, p_c – тиск середовища, наведений до стандартних умов, Δp – перепад тиску на звужуючому пристрої, T – абсолютна (термодинамічна) температура середовища, T_c – абсолютна (термодинамічна) температура середовища, наведена до стандартних умов.

Але змінні в формулах розрахунку витрати за алгоритмами, наведеними в РД та ГОСТ, розраховуються по різному. Тому краще буде застосувати ем-

піричний метод, що полягає у визначенні відхилення витрати, розрахованої за новим алгоритмом (ГОСТ 8.586.(1-5)-2005), від витрати, розрахованої за базовим алгоритмом (РД 50-213-80), у зв'язку з тим, що первісно облік газу проводився саме по цьому алгоритмі у Росії та в Україні.

З метою отримання достовірних результатів аналізу використовувалася реальна інформація протягом 2009 року від автоматичних обчислювачів витрати газу, які встановлені на прикордонних ГВС України та Російської Федерації. Для аналізу було використано ГВС, які приймають газ на вході в Україну та ГВС, що передають газ у Західну Європу.

Було зібрано та оброблено дані з кожного прикордонного пункту вимірювання витрати газу (ПВВГ) за 2009 рік: про витрату природного газу, про значення робочого перепаду тиску ΔP , тиску P та температури T газу, про його густину та концентрацію азоту N_2 і вуглекислого газу CO_2 в ньому. Для кожного конкретного ПВВГ при розрахунках використовувалися осереднені значення діаметрів вимірювальних трубопроводів та осереднені значення діаметрів встановлених в них діафрагм, а також враховувався спосіб відбору тиску – кутовий або фланцевий. Осереднення проводилося у зв'язку з тим, що кількість вимірювальних трубопроводів на різних ПВВГ знаходиться у межах від 2 до 5, при цьому максимальне відхилення осереднених значень діаметрів від дійсних не перевищує 0,5%.

Для проведення розрахунків використовувалися середньомісячні дані, що обумовлено вимогою одержати більш достовірний результат розрахунку, який не міг бути отриманий при розрахунку за середньорічними даними, у зв'язку з тим, що температура T (°C) на деяких ПВВГ протягом року змінюється більш, ніж у 3 рази, а тиск P (кгс/см²) у 1,5 рази.

Використання для проведення розрахунку витрати газу середньодобових значень параметрів не доцільне у зв'язку з тим, що зміна параметрів має, як правило, сезонний характер та їх коливання протягом місяця можна не урахувувати.

На підставі отриманих середньомісячних даних проводився розрахунок вимірюваної об'ємної витрати газу для витратомірного пристрою при нормальних умовах (для кожного) окремо по всім ПВВГ (по обом алгоритмам) для кожного з двох різних алгоритмів розрахунку об'ємної витрати газу. Для розрахунків за алгоритмом РД-50-213-80 застосовувався комплекс програм під назвою *RQ_ISO*, який має позитивний висновок Укрметртестстандарта. Розрахунок витрати за алгоритмом ГОСТ 8.586.(1-5)-2005 проводився за допомогою атестованої програми *GAZ_RR* 2007.

Розраховувалося відносне відхилення об'ємної витрати за формулою:

$$\delta = \frac{Q_{\text{ГОСТ}} - Q_{\text{РД}}}{Q_{\text{РД}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де $Q_{\text{ГОСТ}}$ – об'ємна витрата природного газу, розрахована за алгоритмом ГОСТ 8.586.(1-5)-2005, $Q_{\text{РД}}$ – об'ємна витрата природного газу, розрахована за РД 50-213-80.

Абсолютне значення об'ємної витрати природного газу:

$$\Delta Q = Q_{\text{ГОСТ}} - Q_{\text{РД}}, \quad (3)$$

Проведений збір інформації з прикордонних ГВС України та Росії та подальша обробка даних дозволили розрахувати абсолютні та відносні відхилення від об'ємної витрати природного газу та здійснити оцінку ефективності впровадження алгоритму розрахунку витрати газу для України.

У таблиці наведені фактичні дані про добове надходження та передавання газу при використанні різних алгоритмів розрахунку витрати газу.

Q , м ³ /добове	ΔQ , м ³ /добове	Відносне відхилення Q , %
Надходження газу в Україну		
334 210 987	-146 784	-0,0439
Передавання газу в країни Європи		
309 090 047	-88 714	-0,0287
Всього		
25 120 940	58 070	0,23

Висновок. 3 урахуванням реальних умов передачі-прийому газу між Росією та Україною в 2009 році та параметрів наявних звужуючих пристроїв вимірювальних трубопроводів прикордонних ПВВГ, зроблено висновок, що впровадження алгоритму розрахунку кількості газу за ГОСТ 8.586.(1-5)-2005 замість правил [1] призвело до зменшення розрахункових значень об'ємної витрати газу на вході по відношенню до виходу України на 0,23 %, що рівнозначно тому, що наша держава отримала у своє користування таку кількість додаткового обсягу газу.

Список літератури: 1. РД 50-213-80. Правила вимірювання витрати та кількості природного газу за методом змінного перепаду тиску зі стандартними пристроями звуження потоку. Держстандарт України: К.-Л.-262 с. 2. ГОСТ 8.586.(1-5)-2005. Вимірювання витрати і кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужуючих пристроїв. Міждержавний стандарт. 3. *Пистун Е. і др.* В. Особенности нового комплекса межгосударственных стандартов, нормирующих измерения расхода веществ по методу переменного перепада давления. Материалы 23-й Международ. науч.-практ. конф.- 23-25 мая 2006г. Изд-во «Борей-Арт», СПб. С. 175-180. 4. *Пистун Е.П., Лесовой Л.В.* Нормирование расходомеров переменного перепада давления. – Львов: Изд-во ЗАО «Институт энергоаудита и учета энергоносителей», 2006.- 576 с.

Стаття представлена д.т.н., проф. НТУ «ХПІ» Кондрашовим С.І.

Поступила в редколлегию 10.03.2010